



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Thiết kế hệ thống quan sát đối tượng từ xa phục vụ công tác cứu hộ cứu nạn

Vũ Thị Quyên^{1,*}, Phạm Ngọc Minh¹, Nguyễn Đức Khoát², Ngô Duy Tấn³

¹ Viện Công nghệ Thông tin, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

² Khoa Cơ điện, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

³ Viện Công nghệ Vũ trụ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 15/6/2017
Chấp nhận 20/7/2017
Đăng online 28/2/2018

Từ khóa:

Quả cầu Eyeball
Eyeball
Thiết bị quan sát

Nghiên cứu, thiết kế hệ thống thiết bị quan sát từ xa dạng quả cầu Eyeball, phục vụ công tác cứu hộ cứu nạn là một vấn đề cần thiết hiện nay. Đặc biệt đối với những môi trường khó khăn, khắc nghiệt các lực lượng chức năng cần có một hệ thống giúp nắm bắt không gian, địa hình từ xa để giải cứu người bị nạn và con tin thuận lợi hơn. Trước tình hình đó, nhóm chúng tôi đã xây dựng một bộ sản phẩm gồm thiết bị thu hình (còn gọi là quả cầu) và thiết bị ghi hình (còn gọi là vali quan sát) không dây cơ động. Với tính toán thiết kế chi tiết quả cầu có khả năng tự cân bằng khi được lặn, ném vào địa hình không bằng phẳng. Quả cầu với ba camera (mỗi camera có góc nhìn 120 độ) có thể quan sát toàn bộ không gian xung quanh. Và tín hiệu này được truyền về trung tâm (bộ thu hình - vali quan sát) qua sóng vô tuyến. Để có thể truyền nhận dữ liệu trong khoảng cách xa, hạn chế nhiễu khi truyền tín hiệu qua những lớp vật liệu che chắn, chúng tôi đã xây dựng module RF kết hợp với mã hóa dữ liệu và đã truyền nhận dữ liệu trong khoảng cách 50m. Và những hình ảnh được truyền về từ camera sẽ được xử lý trở nên rõ nét hơn bằng phần mềm xử lý ảnh trong vali quan sát. Có thể nói rằng: Hệ thống thiết bị mà nhóm chúng tôi xây dựng thử nghiệm đã đáp ứng được những yêu cầu hỗ trợ trong công tác cứu hộ cứu nạn hiện nay.

© 2018 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Trên thế giới, một số nước đã nghiên cứu hệ thống thiết bị quan sát từ xa dạng quả cầu và đưa vào sử dụng khá phổ biến: Hãng ODF Optronik Israel đã cho ra đời EyaBall R1- Một đầu máy ghi hình độc lập và cơ động EyeBall R1 có hình dáng một quả cầu (Palacin, et al., 2002). Thiết bị có thể

được ném qua cửa sổ ngôi nhà tới nơi bọn khủng bố cố thủ và nơi giam giữ con tin. Quả cầu sẽ tự lấy thăng bằng và ổn định vị trí trên bề mặt, sau đó bắt đầu ghi hình tất cả mọi thứ quanh nó. Tín hiệu sẽ được truyền qua kênh vô tuyến đến trung tâm chỉ huy. Hệ thống ghi hình như vậy có thể nâng cao hiệu quả của các chiến dịch chống khủng bố và cứu mạng sống của con tin và người dân.

Anh em nhà Aguilar and Young thuộc trường đại học MIT's Sloan School of Management đã

*Tác giả liên hệ

E-mail: vtquyen@ioit.ac.vn

phát minh và chế tạo thành công Bouncing-camera - Một thiết bị quan sát không dây hình cầu có thể thu tín hiệu Video và truyền tín hiệu trực tiếp về máy tính bằng hoặc Iphone qua mạng Wifi. Ngoài ra, sản phẩm Throwable Panoramic gọi là bóng máy ảnh được phát triển bởi giáo sư Marc Alexa tại Đại học kỹ thuật tại Berlin - Sản phẩm này có dạng hình cầu được tích hợp nhiều camera có thể quay và ghi lại hình ảnh xung quanh nó (360°) và được lưu trữ dữ liệu như một USB chứ không truyền trực tiếp đến thiết bị khác như Bouncing-Camera. Sản phẩm được đi kèm với một phần mềm trải ảnh trên máy tính.

Với sự phát triển khoa học kỹ thuật của các nước tiên tiến trên thế giới đã nghiên cứu chế tạo thành công và đưa vào sử dụng nhiều loại thiết bị có gắn camera nhỏ gọn để làm công cụ hỗ trợ khá hiệu quả. Ở Việt Nam, hầu như chưa có đề tài nào nghiên cứu chế tạo loại thiết bị này được công bố.



Hình 1. EyeBall R1- Sản phẩm do Israel sản xuất.

Mặt khác, việc trang bị công cụ hỗ trợ quan sát và tiếp cận cho các lực lượng chiến đấu trong ngành công an, và cứu hộ cứu nạn là không thể thiếu.

Do hiệu quả và tầm quan trọng của thiết bị quan sát nghiệp vụ là rất lớn nên chúng tôi đã nghiên cứu xây dựng sản phẩm dạng quả cầu tích hợp nhiều camera để quay và ghi hình ảnh xung quanh nó (360°) và tín hiệu video này sẽ được truyền trực tiếp về màn hình qua các bộ thu - phát sóng vô tuyến (RF).

Các phần tiếp sau đây chúng tôi sẽ trình bày:

Phần 2: Giới thiệu hệ thống thiết bị quan sát từ xa dạng quả cầu EyeBall và các vấn đề nghiên cứu;

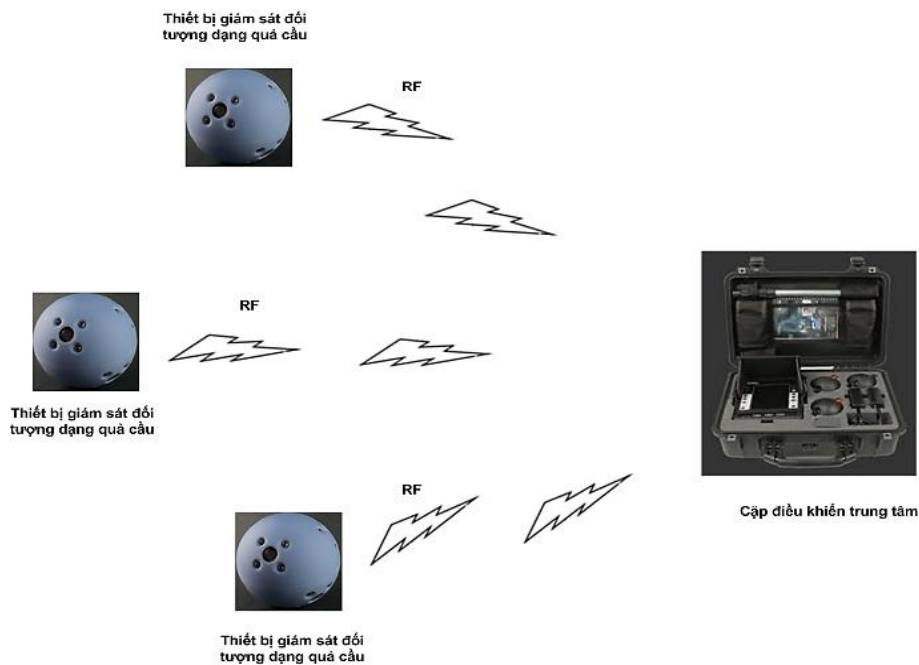
Phần 3: Xử lý dữ liệu truyền - nhận qua module RF;

Phần 4: Nâng cao chất lượng hình ảnh.

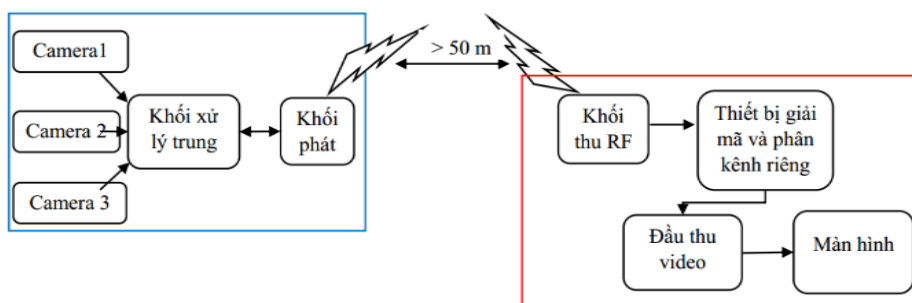
Phần 5: Kết luận.

2. Giới thiệu hệ thống thiết bị quan sát từ xa EyeBall

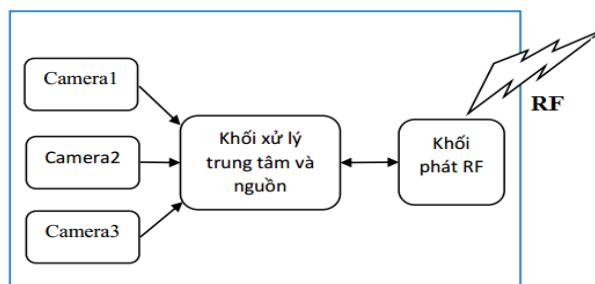
Hệ thống thiết bị quan sát EyeBall là một bộ sản phẩm bao gồm thiết bị thu và ghi hình không dây cơ động (Hình 2). Tín hiệu video được truyền về trung tâm chỉ huy qua sóng vô tuyến. Bộ sản phẩm hỗ trợ người dùng theo dõi trực tiếp hiện trường từ xa. Thiết bị có khả năng chịu va đập, môi trường khắc nghiệt đảm bảo ổn định khi được ném vào khu vực cần quan sát.



Hình 2. Hệ thống thiết bị quan sát nghiệp vụ dạng quả cầu EyeBall.



Hình 3. Sơ đồ khối hệ thống quan sát nghiệp vụ EyeBall.



Hình 4. Sơ đồ khối bộ phát tín hiệu video không dây dạng quả cầu.

Thiết bị thu hình có nguồn phát hồng ngoại để quan sát trong vùng ánh sáng yếu.

Hệ thống EyeBall sử dụng phương thức vô tuyến để truyền tín hiệu video, hình ảnh độ nét cao (HD) ở băng tần 5.8GHz. Hệ thống gồm 2 cấu phần chính riêng biệt là quả cầu và thiết bị thu nhận và xử lý (còn được gọi là khối trung tâm) dưới dạng vali để dễ di chuyển và triển khai.

Trong đó, hệ thống bao gồm các thành phần chính sau:

Bộ phát tín hiệu video thực hiện các chức năng sau:

- Nhận tín hiệu từ mạch xử lý hình ảnh.
- Phát tín hiệu video tại hiện trường về khối trung tâm bằng sóng cao tần.

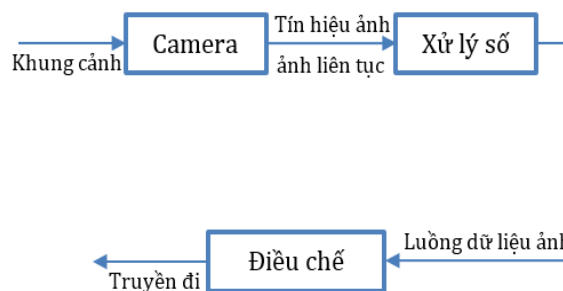
Khối trung tâm thực hiện chức năng:

- Thu dữ liệu từ bộ phát.
- Ghi lại dữ liệu và hiện thị lên màn hình và hỗ trợ nâng cao chất lượng hình ảnh.

Trên cơ sở đó, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu - thử nghiệm hệ thống gồm 2 vấn đề:

Vấn đề 1: Xử lý dữ liệu trong truyền - nhận module RF, có tác dụng giúp bộ phát tín hiệu video và khối trung tâm có thể truyền - nhận dữ liệu trong khoảng cách 50m, có vật liệu che chắn (những lớp tường dày của nhà cao tầng...).

Vấn đề 2: Nâng cao chất lượng hình ảnh thu được từ camera trên máy tính. Những hình ảnh



Hình 5. Sơ đồ xử lý và truyền dữ liệu video.

được truyền về vali có thể bị mờ do nhiễu, rung camera sẽ được xử lý qua phần mềm, giúp người quan sát có thể được thấy rõ được địa hình.

3. Xử lý dữ liệu truyền- nhận qua module RF

Sơ đồ khối module phát RF như Hình 4.

Quy trình xử lý dữ liệu truyền đi như Hình 5.

Tín hiệu thu được từ camera là một chuỗi các hình ảnh. Mỗi hình ảnh này được biểu diễn dưới dạng mảng gồm m hàng và n cột.

Để hạn chế ảnh hưởng tiêu cực từ môi trường xung quanh đến module phát và thu như: nhiễu sóng điện từ, môi trường truyền dẫn, che chắn... , dữ liệu thu nhận được sẽ không còn nguyên vẹn và có thể bị sai. Mã hóa dữ liệu ở module phát và giải mã dữ liệu ở module nhận sẽ đảm bảo tính ổn định và chính xác của dữ liệu.

Có rất nhiều cách mã hóa, giải mã dữ liệu nhưng tại đây chúng tôi chọn phương pháp mã hóa đường truyền Manchester (Hoàng Minh Sơn, 2006):

- Tín hiệu 1 \rightarrow 10.
- Tín hiệu 0 \rightarrow 01.

Với phương pháp này, thời gian tồn tại của chuỗi tín hiệu 0 hoặc 1 trên đường truyền sẽ được chia nhỏ nhằm giúp module thu và nhận được đúng dữ liệu được truyền (nếu thời gian tồn tại của xung 0 (1) trên đường truyền quá dài thì khi đến module thu sẽ không phải là 0 (1) nữa do chịu tác động của môi trường lớn). Cấu trúc 1 khung truyền 1 byte dữ liệu:

- 1 bit bắt đầu (start).
- Dữ liệu cần truyền.
- 1 bit kết thúc (stop).

Một điểm ảnh có 24bit dữ liệu sẽ được truyền liên tiếp theo cấu trúc trên.

Dải tín hiệu số được điều chế tần số FSK (Hình 6 minh họa) để truyền đi xa (Vũ Quốc Bình, 2001).

Sơ đồ khối module nhận RF như Hình 7.

Dải tín hiệu thu được từ module thu sẽ được giả điều chế. Mạch phổ biến nhất của bộ giải điều chế tín hiệu FSK là vòng khóa pha (PLL). Tín hiệu ở mạch lối vào của mạch PLL lấy 2 giá trị tần số. Điện áp sai số một chiều ở lối ra của bộ so pha sẽ điều khiển sự dịch chuyển tần số này và cho ta hai mức (cơ số 2) (mức cao và mức thấp) của tín hiệu lối vào FSK (TS. Vũ Quốc Bình, 2001).

Tín hiệu lối ra của mạch PLL được đưa tới mạch lọc thông thấp để loại bỏ những thành phần còn sót lại của sóng mang. Sau đó tín hiệu tới mạch tạo xung để tạo ra tín hiệu dữ liệu chính xác (Vũ Quốc Bình, 2001).

Sau đó tín hiệu được giải mã tại module thu:

- Kiểm tra bit Start.
- Đọc dữ liệu.
- Kiểm tra bit Stop.

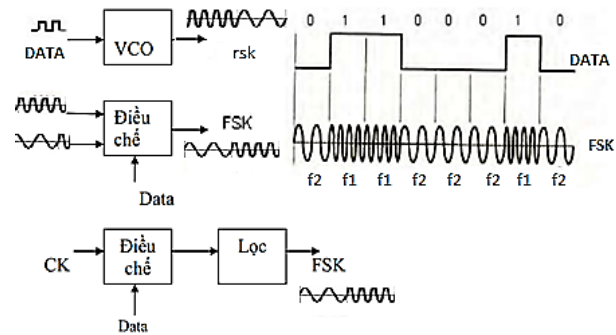
Kiểm tra số lượng byte dữ liệu nhận được.

Chương trình phần mềm mã hóa như sau:

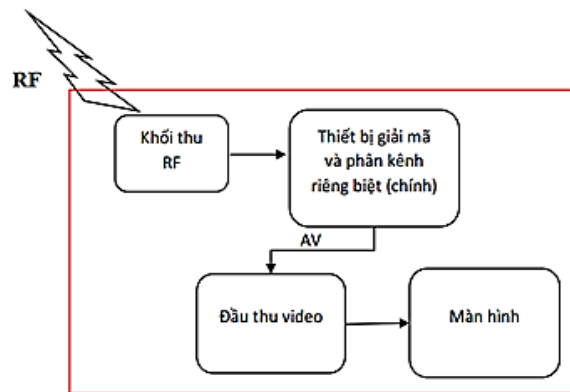
```
void M_Pulse_Start()
{
  M_Data_Out=1;
  delay_ms(2);
  M_Data_Out=0;
  delay_ms(2);
}
```

```
void M_Pulse_Finish() {
  M_Data_Out=1;
  delay_ms(3);
  M_Data_Out=0;
  delay_ms(3);
}
```

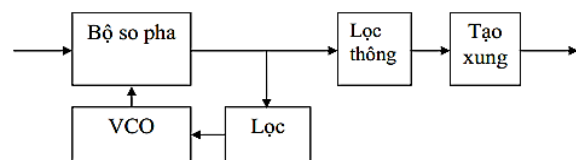
```
Void M_Sent_Array(unsigned int *array,
unsigned int length)
{
  unsigned int i;
  for(i=0;i<length;i++)
  {
    M_Sent_Byte(array[i]);
  }
}
```



Hình 6. Điều chế FSK.



Hình 7. Sơ đồ khối trung tâm thu tín hiệu video không dây.



Hình 8. Giải điều chế FSK.

Code giải mã:

```

unsigned char M_Get_Pulstart()
{
    unsigned int i;
    while(Man_Data_In);
    for(i=0;;i++)
    {
        delay_us(200);
        if(!Man_Data_In) break;
    }
    if(i<10) return 0;
    else if (i>13) return 0;
    else return 1;
}

unsigned char M_Get_Pulsefinish()
{
    unsigned int i;
    while(!Man_Data_In);
    while(Man_Data_In);
    for(i=0;;i++)
    {
        delay_us(200);
        if(!Man_Data_In) break;
    }
    if(i<13) return 0;
    else if(i>15) return 0;
    else return 1;
}

Void M_Get_Array(unsigned int *array,
unsigned int length)
{
    unsigned int i;
    for(i=0;i<length;i++)
    {
        array[i]=M_Get_Byte();
    }
}
    
```

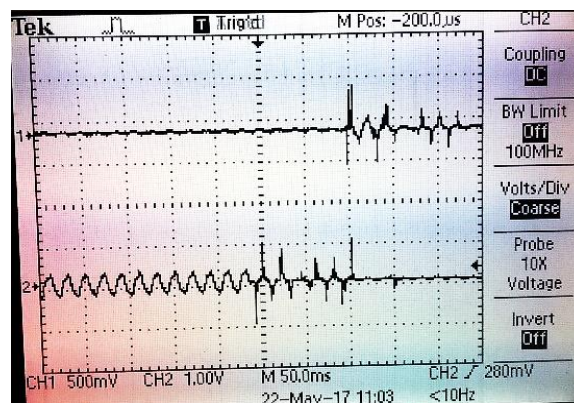
Hiển thị dạng sóng thu được trên máy hiện sóng như Hình 9, Hình 10.

Chú ý: Đường phía dưới là tín hiệu module RF truyền. Đường phía trên là tín hiệu module RF nhận.

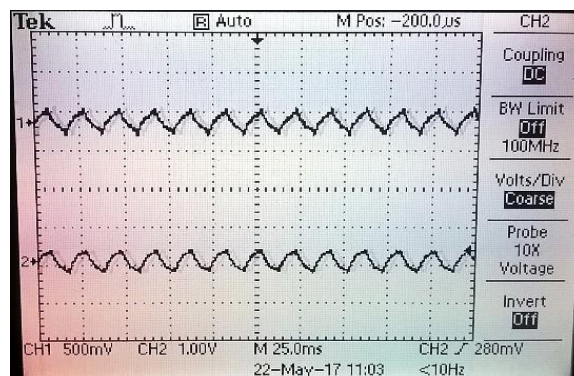
Nhận xét: Tín hiệu sau khi được mã hóa truyền đi ổn định hơn.

4. Nâng cao chất lượng hình ảnh thu được

Bài toán nâng cao chất lượng ảnh là một bài toán có phạm vi rất lớn. Nhưng ở đây chúng tôi



Hình 9. Dữ liệu trước khi được mã hóa.



Hình 10. Dữ liệu sau khi được mã hóa.

chỉ tập trung giải quyết việc chống mờ ảnh.

Sự mờ hay sự phai nhạt của ảnh có thể gây ra bởi nhiều tác nhân:

Chuyển động trong khi capture ảnh (có thể do camera).

Ngoài vùng tiêu cự của ống kính, sử dụng một ống kính có góc mở rộng... sẽ làm giảm số lượng photon được bắt giữ.

Có rất nhiều phương pháp để nâng cao chất lượng ảnh: Lọc trung bình, lọc trung vị, lọc sắc nét, lọc thông thấp, lọc thông cao... Trong phạm vi bài báo này chúng tôi sử dụng phương pháp lọc trung bình.

Nguyên tắc của các phương pháp lọc là cho ma trận ảnh nhân chập với một ma trận lọc(Kernel) hay còn được gọi là các phép tính nhân chập trên ảnh. Ma trận lọc lọc (Kernel) còn có thể được gọi là cửa sổ chập, cửa sổ lọc, mặt nạ... trong bài viết này chúng tôi sử dụng thuật ngữ ma trận lọc (Kernel) (Đào Nam Anh, 2015).

$$I_{dst} = M \times I_{src} \quad (1)$$

Trong đó: I_{src} : Là ảnh gốc được sử dụng để lọc số ảnh; I_{dst} : Là ảnh ra sau khi thực hiện xong phép

lọc số ảnh; M : Là ma trận lọc (Mask, kernel).

Toàn bộ các điểm ảnh (Pixel) trên ảnh sẽ được tiến hành nhân chập với ma trận lọc, tâm của ma trận lọc sẽ được đặt trùng vào vị trí của điểm ảnh (Pixel) đang được tính nhân chập làm thay đổi các giá trị của pixel ban đầu.

Công thức tính nhân chập (TS. Đào Nam Anh, 2015):

$$I_{dst}(x, y) = I_{src}(x, y) \times M(u, v) = \sum_{u=-n}^n \sum_{v=-n}^n I_{src}(x+u, y+v) \times M(u, v) \quad (2)$$

$$n = (\text{kích thước ma trận lọc} - 1)/2.$$

Tôi lấy tâm của ma trận lọc (Kernel) làm điểm gốc.

Với lọc trung bình, mỗi điểm ảnh (Pixel) được thay thế bằng trung bình trọng số của các điểm trong vùng lân cận. Tôi giả sử rằng tôi có một ma trận lọc (Kernel) (3x3) quét qua từng điểm ảnh của ảnh đầu vào I_{src} . Tại vị trí mỗi điểm ảnh lấy giá trị của các điểm ảnh tương ứng trong vùng (3x3) của ảnh gốc đặt vào ma trận lọc (Kernel). Giá trị điểm ảnh của ảnh đầu ra I_{dst} là giá trị trung bình của tất cả các điểm trong ảnh trong ma trận lọc (Kernel).

Thuật toán

Tôi có một ảnh đầu vào với $I(x, y)$ là giá trị điểm ảnh tại một điểm (x, y) và một ngưỡng θ .

Bước 1: Tính tổng các thành phần trong ma trận lọc (Kernel).

Bước 2: Chia lấy trung bình của tổng các thành phần trong ma trận được tính ở trên với số lượng các phần tử của cửa sổ lọc ra một giá trị $I_{tb}(x, y)$.

Bước 3: Hiệu chỉnh:

- Nếu $I(x, y) - I_{tb}(x, y) > \theta$ thì $I(x, y) = I_{tb}(x, y)$.

- Nếu $I(x, y) - I_{tb}(x, y) \leq \theta$ thì $I(x, y) = I(x, y)$.

Chú ý:

θ là một giá trị cho trước và có thể có hoặc không tùy thuộc vào mục đích của bạn.

Ma trận lọc (Kernel) của bộ lọc Blur có dạng:

$$M = \frac{1}{\text{rows} \times \text{cols}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Trong OpenCV để sử dụng Blur cho một hình ảnh, bạn sử dụng hàm sau:

cv: : blur(cv: : InputArray src, cv: : InputArray dst, cv: : Size ksize,

cv: : Point anchor = cv: : Point(-1, -1), int borderType = 4)

Phân tích

src: Là ảnh gốc.

dst: Là ảnh sau khi thực hiện phép lọc số ảnh.

ksize: Là kích thước của ma trận lọc.

anchor: Là Anchor Point của ma trận lọc. Giá trị mặc định là (-1, -1).

borderType: Là phương pháp để ước lượng và căn chỉnh các điểm ảnh nếu phép lọc chúng vượt ra khỏi giới hạn của ảnh. Giá trị mặc định là 4.

* Kết quả như Hình 11, Hình 12, Hình 13, Hình 14, Hình 15, Hình 16.

Nhận xét:

Phép lọc trung bình, thường ưu tiên cho các hướng để bảo vệ biên của ảnh khỏi bị mờ khi làm trơn ảnh. Đó là một ưu điểm của bộ lọc trung bình. Với những ảnh bị nhòe nhờ ưu điểm này nó trở nên rõ hơn.

5. Kết luận

Kết quả thu được khi đưa hệ thống thiết bị quan sát từ xa dạng quả cầu Eyeball vào thử nghiệm thực tế:

- Bộ thu - phát RF đã có thể thể phát tín hiệu không dây với khoảng cách tối thiểu 50 mét Thời gian làm việc liên tục: 30 phút. Góc quan sát camera 120°.

- Chất lượng hình ảnh khi hiện thị lên màn hình là rõ nét.

Kết luận

Hệ thống quan sát từ xa đã được phát triển thành công và đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đặt ra.

Kiến nghị

Thiết bị quan sát nghiệp vụ dạng quả cầu Eyeball sẽ được tiếp tục hoàn thiện cho phù hợp với các yêu cầu đặc thù và được sử dụng vào công tác cứu hộ cứu nạn như cứu hộ cứu nạn trong hầm mỏ, núi đá, nhà, công tác phòng chống khủng bố, bắt cóc con tin, đối tượng cố thủ trong nhà, ..



Hình 11. Ảnh gốc (số 1).



Hình 12. Ảnh đã qua phép lọc (số 1).



Hình 13. Ảnh gốc (số 2).



Hình 14. Ảnh đã qua phép lọc (số 2).



Hình 15. Ảnh gốc (số 3).



Hình 16. Ảnh đã qua phép lọc (số 3).

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành với sự tài trợ của đề tài “Thiết kế hệ thống quan sát đối tượng từ xa phục vụ công tác nghiệp vụ an ninh”, mã số: VAST01. 10/17-18, do ThS. NCVC. Phạm Ngọc Minh làm chủ nhiệm.

Tài liệu tham khảo

Đào Nam Anh, 2015. *Phân tích và xử lý ảnh*. Nhà xuất bản Bách khoa Hà Nội, Hà Nội.

EYEBALL™R1 SURVEILLANCE SENSOR SYSTEMS Catalog, www.etgi.us

Ezequiel Quintero Ángel García-Olaya Daniel Borrajo Fernando Fernández, 2011. Control of autonomous mobile robots with automated planning, *Journal of physical agents* 5, no. 1.

Hoàng Minh Sơn, 2006. *Mạng truyền thông công nghiệp*. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.

<http://doc.edu.vn/tai-lieu/do-an-nghien-cuu->

module-thu-phat-song-rf-va-ung-dung-vaothuc-te-48600/

<http://hfs1.duytan.edu.vn/upload/ebooks/3259.pdf>

<http://www.ytuongnhanh.vn/chi-tiet/co-ban-song-rf-170.html>

<https://soict.hust.edu.vn/~ductq/XLA%20Lecture.pdf>

Nguyễn Ngọc Tân, 2003, *Kỹ thuật đo*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.

Palacin, A. Sanuy, X. Clua, G. Chapinal, S. Bota, M. Moreno, and A. Herms, 2002. Autonomous mobile mini-robot with embedded CMOS vision system, in *IEEE industrial electronics society conf.* 3.

Phạm Quốc Hải, Dương Văn Nghi, 1999, *Phân tích và giải mạch điện tử công suất*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

Vũ Quốc Bình, 2001. *Giáo trình kỹ thuật truyền dẫn số*. Nhà xuất bản Quân đội nhân dân, Hà Nội.

ABSTRACT

Design and development of a remote visual observing system for rescue operation

Quyên Thi Phạm¹, Minh Ngọc Phạm¹, Khoat Duc Nguyen², Tan Duy Ngo³

¹ *Institute of Information Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam.*

² *Faculty of Electro-Mechanics, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam.*

³ *Space Technology Institute, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam.*

Researching, designing Eyeball remote observing systems to serve rescue work is necessary. Especially for harsh environments, rescue forces need to have a device that is able to "see" remotely then reach to victims and hostages easier. Based on that, we built a set including a video recorder equipment (the ball) and an observation case. The ball is designed to be able to balance itself after being thrown into uneven terrain. The three-camera set ball (each has 120 degree viewing angle) is likely to observe the entire space. And the signal is transmitted to the center (the observation case) via radio waves. We also built an RF module combined with data encryption and transmitted data over long distances (50m) in order to limit the interference caused by transmitting signals through the shield layers. The images will be processed, become clearer by the image fixing software in the case. It can be said that the system we built in trial has met the requirements in aiding rescue work.